

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014123942/28, 10.06.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.06.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.06.2014

(45) Опубликовано: 10.12.2015 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 87684 A110.10.1950. ГОСТ 23.201-78.  
US 7757542 B1 20.07.2010. CN 201340370 Y  
04.11.2009.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности, Т.В.  
Маркс

(72) Автор(ы):

Коробов Юрий Станиславович (RU),  
Невежин Станислав Владимирович (RU),  
Ример Григорий Андреевич (RU),  
Кашфуллин Артур Миннахматович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

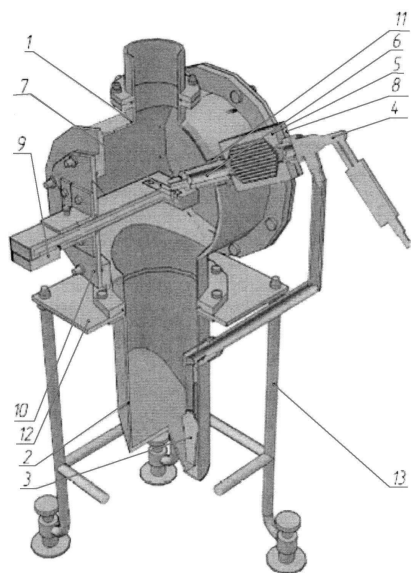
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Уральский  
федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)

## (54) УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНУЮ ЭРОЗИЮ

(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательной технике и может быть использовано для испытания сплавов, покрытий и других материалов, работающих в условиях высокотемпературной эрозии, характерных для труб топочных экранов бойлеров тепловых электростанций. Установка содержит стойку, закрепленную в фундаменте, станину, установленную на стойке, камеру и бункер абразива, расположенные на станине, тракт подачи абразива, соединенный с бункером, и тракт подачи воздуха, служащие входами в смеситель, выходом из смесителя является сопло подачи воздушно-абразивной смеси, которое, как и держатель образца, расположено в камере. В

установку дополнительно введены нагреватель воздушно-абразивной смеси, закрепленный на смесителе, нагреватель образца, закрепленный на держателе, патрубок, установленный в камеру через резьбовое отверстие на боковой поверхности ее корпуса, для фиксации сопла в камере и расстояния до рабочей поверхности испытуемого образца в держателе, фланец, установленный на основании камеры с помощью резьбовых соединений, для фиксации держателя с испытуемым образцом в камере под углом к оси сопла. Технический результат: расширение функциональных возможностей установки и повышение достоверности испытаний. 1 ил.



Фиг. 1

RU 2570117 C1

RU 2570117 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014123942/28, 10.06.2014**(24) Effective date for property rights:  
**10.06.2014**

Priority:

(22) Date of filing: **10.06.2014**(45) Date of publication: **10.12.2015** Bull. № **34**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr  
intelektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Korobov Jurij Stanislavovich (RU),  
Nevezhin Stanislav Vladimirovich (RU),  
Rimer Grigorij Andreevich (RU),  
Kashfullin Artur Minnakhmatovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovaniya "Ural'skij  
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta  
Rossii B.N. El'tsina" (RU)**(54) **UNIT FOR HIGH TEMPERATURE EROSION TESTING**

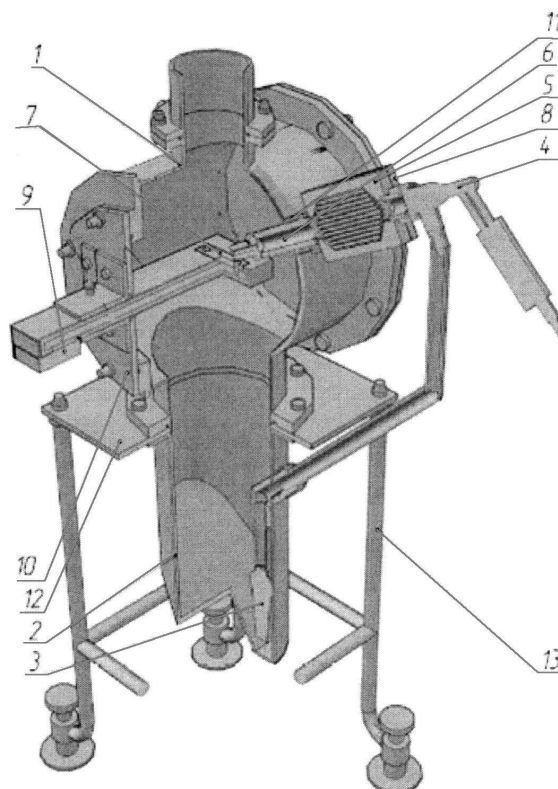
(57) Abstract:

FIELD: testing equipment.

SUBSTANCE: unit contains rack, secured on the foundation, bedplate installed on rack, camera and abrasive silo located on the bedplate, abrasive feed channel connected with silo, and air feed channel, they are inputs to the mixer, output from mixer is nozzle for air-abrasive mixture feed, it as the sample holder is located in the chamber. The unit additionally contains heater of the air-abrasive mixture secured on the mixer, sample heater secured on holder, branch pipe installed in the chamber through the thread hole in side surface of its casing, to fix the nozzle in chamber and distance to work surface of the test sample in the holder, flange installed on the chamber base using thread connections to fix the holder with test sample in chamber at angle to the nozzle axis.

EFFECT: expansion of functional abilities of the unit, and increased authenticity of tests.

1 dwg



Фиг. 1

Техническое решение относится к испытательной технике и может быть использовано для испытания сплавов, покрытий и других материалов, работающих в условиях высокотемпературной эрозии, характерных для труб топочных экранов бойлеров тепловых электростанций.

5 Известна установка для испытаний материалов на газоабразивное изнашивание [1], в которой реализуется механическое ускорение частиц абразива с помощью центробежных сил, реализуемых при вращении ротора электродвигателем, за счет чего обеспечивающим возможность регулирования скорости подачи частиц абразива. При этом образцы закрепляются симметрично относительно оси ротора в держателе, 10 обеспечивающем возможность изменения угла атаки абразива. Недостатком установки является неоднородность струи абразива по сечению, что снижает достоверность результатов при испытании покрытий [2], кроме того отсутствует возможность проведения испытаний при высоких температурах.

Техническое решение, расширяющее функциональные возможности установки [1] 15 и обеспечивающее возможность проведения испытаний покрытий на высокотемпературное газоабразивное изнашивание [3], предполагает размещение вращающихся образцов в электропечи, заполненной взвешенными частицами абразива. Недостатками технического решения являются отсутствие возможности регулирования скорости соударения частиц с образцом и угла атаки абразива, что снижает 20 достоверность результатов при испытании покрытий.

В качестве прототипа выбрана установка [4], в которой реализуется ускорение абразива сжатым воздухом, благодаря чему обеспечивается возможность регулирования скорости подачи частиц абразива. Установка включает камеру, бункер абразива, тракт подачи абразива, тракт подачи воздуха, смеситель, сопло подачи воздушно-абразивной 25 смеси и держатель образца. В отличие от установки для испытаний на высокотемпературную эрозию [5] сопло подачи воздушно-абразивной смеси размещается в электропечи. Благодаря наличию сопла устраняется неоднородность струи абразива по сечению. Температура нагрева испытуемого образца, закрепляемого в держателе, устанавливается при контакте с нагретым в электропечи воздухом, после 30 чего по соплу подается абразив.

К недостаткам прототипа относятся: использование одного нагревателя (электропечи) для совместного регулирования температуры нагрева воздушно-абразивной смеси и испытуемого образца, что не отражает условия работы при высокотемпературной эрозии широкого круга деталей, например, в электроэнергетике труб топочных экранов 35 бойлеров и снижает достоверность результатов испытаний на высокотемпературную эрозию; жесткая конструкция держателя образца, позволяющая проводить испытания только при двух углах атаки абразива (20 и 90°) и при фиксированном расстоянии от сопла до испытуемого образца (10 мм).

Задачей технического решения является расширение функциональных возможностей 40 установки и повышение достоверности испытаний.

Поставленная задача решается тем, что в установке для испытаний на высокотемпературную эрозию, содержащей стойку, закрепленную в фундаменте, станину, установленную на стойке, камеру и бункер абразива, расположенные на 45 станине, тракт подачи абразива, соединенный с бункером, и тракт подачи воздуха, служащие входами в смеситель, выходом из смесителя является сопло подачи воздушно-абразивной смеси, которое, как и держатель образца, расположено в камере, отличающейся тем, что дополнительно введены нагреватель воздушно-абразивной смеси, закрепленный на смесителе, и нагреватель образца, закрепленный на держателе,

патрубок, установленный в камеру через резьбовое отверстие на боковой поверхности ее корпуса, для фиксации сопла в камере и расстояния до рабочей поверхности испытуемого образца в держателе, фланец, установленный на основании камеры с помощью резьбовых соединений, для фиксации держателя с испытуемым образцом в камере под углом к оси сопла.

На фиг. 1 изображена схема установки для испытаний на высокотемпературную эрозию, в состав которой входит камера 1, бункер абразива 2, тракт подачи абразива 3, тракт подачи воздуха 4, смеситель 5, сопло подачи воздушно-абразивной смеси 6, держатель образца 7, нагреватели 8 и 9, фиксирующий фланец 10, фиксирующий патрубок 11, станина 12, стойка 13.

Установка работает следующим образом. Образец закрепляется в держателе 7, который помещается в камеру 1 и фиксируется, под определенным углом, фланцем 10. После фиксируется сопло подачи воздушно-абразивной смеси 6 в патрубке 11, таким образом, устанавливается расстояние от сопла до рабочей поверхности испытуемого образца и угол атаки между рабочей поверхностью образца в держателе и осью сопла. При подаче сжатого воздуха по тракту 4 абразивный материал из бункера 2 поступает по тракту подачи абразива 3 в смеситель 5 за счет инжেকтирования. После чего происходит смешивание воздуха с абразивом и образуется воздушно-абразивная смесь. Нагрев смеси воздуха и абразива осуществляется с помощью нагревателя 8, после чего она выходит через сопло 6. После взаимодействия воздушно-абразивной смеси с испытуемым образцом абразив ссыпается в бункер, инжектируется в тракт подачи абразива 3, так замыкается круговорот абразива в представленной лабораторной установке. Отработавший воздух удаляется вытяжкой через верхнюю часть установки. Нагрев образца осуществляется с помощью нагревателя 9 посредством теплопередачи от держателя 7. После завершения испытаний образец извлекается из держателя, производится его очистка от частиц абразива и взвешивание. О величине износа судят по значению разности масс образца до и после испытания.

Изменение угла атаки между рабочей поверхностью образца в держателе 7 и осью сопла 6 в интервале  $30-90^\circ$  происходит за счет фиксирующего фланца 10, устанавливаемого на камере 1, что позволяет позиционировать держатель с закрепленным в нем образцом относительно оси сопла и расширить функциональные возможности установки. Указанные углы атаки являются характерными при испытаниях на газоабразивное изнашивание и эрозию сплавов и покрытий. Так закаленные стали наиболее интенсивно изнашиваются при угле атаки  $60^\circ$ , а твердые покрытия - при угле атаки  $90^\circ$ , причем при изменении угла атаки от  $60^\circ$  до  $30^\circ$  скорость изнашивания покрытий уменьшается быстрее, чем у закаленной стали. Обнаруженные закономерности связаны с тем, что твердость исследуемых покрытий выше, чем закаленной стали. Поэтому при испытаниях с большими углами атаки для исчерпания пластичности и создания наклепанного слоя, способного разрушаться, то есть для реализации основного механизма изнашивания в данных условиях испытаний, у более твердых материалов, каковыми являются покрытия, необходимо меньше времени, чем стали. При малых углах атаки, когда основным для изнашивания является механизм микрорезания, покрытия могут оказаться более стойкими, чем сталь [2].

Изменение расстояния от сопла до рабочей поверхности испытуемого образца в держателе 7 в интервале 10-50 мм происходит за счет фиксации сопла подачи воздушно-абразивной смеси 6 фиксирующим патрубком 11, установленным на камере 1, что позволяет расширить функциональные возможности установки. Интервал дистанции 10-50 мм выбран из следующих соображений. При дистанции менее 10 мм частицы

абразива не успевают разогнаться до максимальной, требуемой по условиям испытаний скорости (76 м/с), а свыше 50 мм происходит снижение скорости частиц ниже минимальной, требуемой по условиям испытаний (38 м/с) [1].

Температуры нагрева воздушно-абразивной смеси и испытуемого образца изменяются  
5 раздельно с помощью двух отдельных нагревателей 8 и 9, что отражает условия работы при высокотемпературной эрозии широкого круга деталей, например, в электроэнергетике труб парогенераторов, и позволяет повысить достоверность результатов испытаний на высокотемпературную эрозию.

#### Литература

- 10 1. ГОСТ 23.201-78. Механические испытания. Обеспечение износостойкости изделий.
2. Л.И. Тушинский, А.В. Плохов, А.О. Токарев, В.И. Синдеев. Методы исследования материалов. - М.: Мир, 2004. - 384 с.
3. H. Pokhmurska, B. Wielage, T. Grund, M. Student and Y. Sirak. Arc sprayed coatings obtained from iron based cored wires under high temperature abrasive wear conditions. International  
15 Thermal Spray Conference Exposition ITSC 2008: book of abstract. Singapore: 2008. P326-329.
4. S. Dallaire, H. Levert, and J.-G. Legoux. Erosion Resistance of Arc-Sprayed Coatings to Iron Ore at 25 and 315°C. Journal of Thermal Spray Technology, Vol.10 (2), 2001. P337-350.
5. DIN 50332-1989. Solid particle erosion test; basic rules.

#### Формула изобретения

20 Установка для испытаний на высокотемпературную эрозию, содержащая стойку, закрепленную в фундаменте, станину, установленную на стойке, камеру и бункер абразива, расположенные на станине, тракт подачи абразива, соединенный с бункером, и тракт подачи воздуха, служащие входами в смеситель, выходом из смесителя является  
25 сопло подачи воздушно-абразивной смеси, которое, как и держатель образца, расположено в камере, отличающаяся тем, что дополнительно введены нагреватель воздушно-абразивной смеси, закрепленный на смесителе, нагреватель образца, закрепленный на держателе, патрубок, установленный в камеру через резьбовое отверстие на боковой поверхности ее корпуса, для фиксации сопла в камере и расстояния  
30 до рабочей поверхности испытуемого образца в держателе, фланец, установленный на основании камеры с помощью резьбовых соединений, для фиксации держателя с испытуемым образцом в камере под углом к оси сопла.